

お客様とSMTを結ぶ

2009 秋 No.65

・2009年10月1日発行

# こうしん

com・mu・ni・ca・tion・bul・le・tin



住友金属テクノロジー株式会社  
本社・尼崎市扶桑町1-8 ☎660-0891  
☎06-6489-5984 FAX:06-6489-5979  
<http://www.smt-inc.co.jp/>

## 破面解析手法について

### ■はじめに

破損した機械部品などの破損原因を追究する場合、最もよく用いられる手法が“破面解析(フラクトグラフィ)”です。今回は、破面観察の手法について解説します。

### ■マクロフラクトグラフィ(目視観察)

破面の洗浄後にまず行うべき手順が、マクロフラクトグラフィです。この手法は破面解析において最も重要で、目視あるいは低倍率で観察し、大まかな状況(疲労や応力腐食割れなど)を把握します。ここでは、放射状模様やビーチマークなどをとくに、起点位置と進展方向を確認する以外にも、変形の状況や腐食損傷も確認します。変形状態は負荷の程度を把握するための重要な情報となります。また、起点周辺では腐食が最も進んでいることも多く、腐食損傷の分布を把握することは起点推定の一助となります。さらに、応力腐食割れなど腐食の関与が疑われる場合は、EPMAなどによる付着物の分析も行います。写真1にステンレスボルトのマクロフラクトグラフィの例を示します。

### ■試料調整

マクロ観察後に、SEM(走査型電子顕微鏡)による詳細な観察を実施しますが、使用環境や材質によっては破面の腐食が進行していて、そのままの観察が困難な場合もあります。こういった場合は、破面の錆を除去しますが、弊社でよく用いる手法は中性除錆剤主剤(チオグリコール酸pH7)による洗浄です。除錆前後の状況を写真2に示します。この手法は破面をあまり痛めないとされており、種々の金属に対して有効です。また、SEMでは大きな試料を観察することが出来ません。そこで試料室に入るサイズ(φ40mm程度)に切断するか、破面のレプリカを採取し観察します。

### ■ミクロフラクトグラフィ(SEM観察)

SEMによる破面観察(ミクロフラクトグラフィ)では、起点部の微小な欠陥や損傷の有無、疲労破壊のストライエーション(写真3左)や応力腐食割れの流れ模様(写真3右)、延性破壊のディンプルといった、それぞれの破壊に特徴的な模様を観察し、破損原因推定の根拠とします。その中でも代表的な模様が、疲労破壊で認められるストライエーションです。この模様は、応力の一回の繰り返しによる進展距離に相当する縞模様で、その間隔は最大でも数μm程度です。よく前述のビーチマークと混同しますが、ストライエーションは肉眼で確認することは出来ません。また、その間隔がき裂進展速度と等価とされることか

ら、き裂発生から破断までの繰り返し数や応力の推定にも用いられます。

### ■断面でのき裂形状観察

断面でのき裂形状にも特徴があり、破壊原因推定の根拠となり得ます。例えば、疲労き裂の形状は、滑らかな曲線あるいは直線となることが多いですが、応力腐食割れの場合は、屈曲や枝分かれの多いき裂となります。写真4は、ステンレス鋼の応力腐食割れのき裂を、断面で観察したものです。この試料は水路壁の断面で、多くの枝分かれを伴ったき裂が、水路内面(上側)から進展しています。

### ■おわりに

今回紹介した破壊機構以外にも、金属の破壊現象には水素誘起割れや、焼き割れなどがありますが、それらにはそれぞれの特徴があり、多くの場合は破面解析等により原因の推定が可能です。弊社では破面解析以外にも機械的性質や化学成分、金属組織観察なども併用し、専門の技術者による総合的な判断により破損原因の推定をさせていただきます。

研究支援事業部 材料評価部・強度評価室  
阿座上 静夫  
TEL: 06-6489-5030  
E-Mail: kyoudohyouka@smt-co.com



写真1 マクロフラクトグラフィ(目視観察)

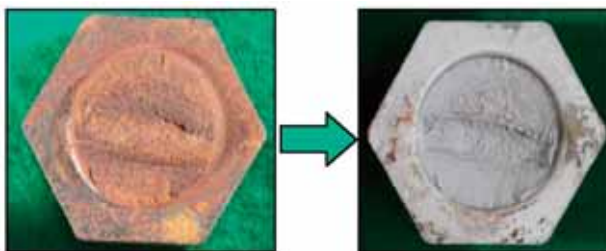
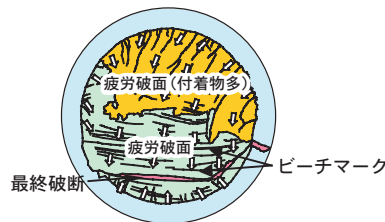
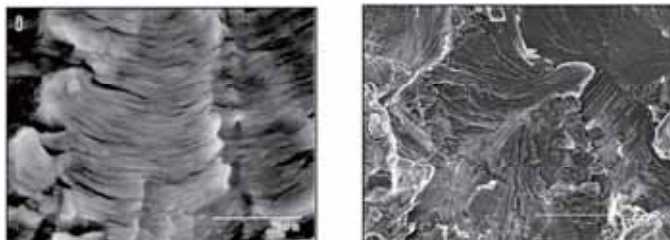


写真2 破面錆除去



ストライエーション(疲労破壊) 流れ模様(応力腐食割れ)  
写真3 ミクロフラクトグラフィ(SEM観察)

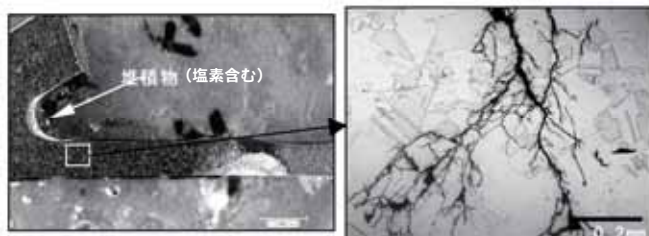


写真4 断面でのき裂形状(ステンレス鋼 応力腐食割れ)